

S2 1 PN='3-070480'  
?t 2/5/1

4 2007-02

2/5/1

DIALOG(R)File 347:JAPIO  
(c) 2002 JPO & JAPIO. All rts. reserv.

03407580 \*\*Image available\*\*  
VIBRATION WAVE MOTOR

PUB. NO.: 03-070480 [ JP 3070480 A]  
PUBLISHED: March 26, 1991 (19910326)  
INVENTOR(s): TSUKIMOTO TAKAYUKI  
OKUMURA ICHIRO  
MUKOJIMA HITOSHI  
KANAZAWA HAJIME  
ATSUTA AKIO  
UEDA KOICHI

APPLICANT(s): CANON INC [000100] (A Japanese Company or Corporation), JP  
(Japan)

APPL. NO.: 01-202361 [JP 89202361]  
FILED: August 04, 1989 (19890804)

INTL CLASS: [5] H02N-002/00

JAPIO CLASS: 43.1 (ELECTRIC POWER -- Generation); 29.1 (PRECISION  
INSTRUMENTS -- Photography & Cinematography); 29.2 (PRECISION  
INSTRUMENTS -- Optical Equipment)

JAPIO KEYWORD: R005 (PIEZOELECTRIC FERROELECTRIC SUBSTANCES)

JOURNAL: Section: E, Section No. 1078, Vol. 15, No. 236, Pg. 33, June  
18, 1991 (19910618)

#### ABSTRACT

PURPOSE: To improve an output with a simple structure by providing an  
irregular dynamic rigid part for regulation at an elastic element.

CONSTITUTION: An elastic element 1 of a vibration wave motor is formed in  
an annular shape, and a plurality of piezoelectric elements 2 are secured  
to its one end face. Grooves (a) for preventing generation of a traveling  
wave in an unnecessary mode except driving 7 waves and preventing a ringing  
vibration at the other end face side of the element 1. In order to bring  
the intrinsic vibrating frequency of both standing waves in a driving  
vibration mode into coincidence, grooves (b) are formed at every other one  
wavelength at the antinode of the node of higher intrinsic vibrating  
frequency in addition to the grooves (a). As a result, a ringing vibration  
is prevented to improve its efficiency.

⑨ 日本国特許庁(JP)

⑩ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A) 平3-70480

⑬ Int. Cl.<sup>3</sup>

識別記号

庁内整理番号

⑭ 公開 平成3年(1991)3月26日

H 02 N 2/00

C

7052-5H

審査請求 未請求 請求項の数 4 (全7頁)

⑮ 発明の名称 振動波モータ

⑯ 特 願 平1-202361

⑰ 出 願 平1(1989)8月4日

⑱ 発 明 者 月 本 貴 之 神奈川県川崎市高津区下野毛770番地 キヤノン株式会社  
玉川事業所内

⑲ 発 明 者 奥 村 一 郎 神奈川県川崎市高津区下野毛770番地 キヤノン株式会社  
玉川事業所内

⑲ 発 明 者 向 島 仁 神奈川県川崎市高津区下野毛770番地 キヤノン株式会社  
玉川事業所内

⑲ 発 明 者 金 沢 元 神奈川県川崎市高津区下野毛770番地 キヤノン株式会社  
玉川事業所内

⑳ 出 願 人 キヤノン株式会社 東京都大田区下丸子3丁目30番2号

㉑ 代 理 人 弁理士 本多 小平 外4名

最終頁に続く

明 細 書

1. 発明の名称

振動波モータ

2. 特許請求の範囲

1. 部分的に動剛性が不均一な弾性体に接合された電気-機械エネルギー変換素子に交流電界を印加することで、該弾性体に複数の定在波を励起して弾性進行波を形成し、該弾性体に加圧接触した加圧部材と、該弾性体とを摩擦により相対移動させる振動波モータにおいて、

駆動に供せられる振動モードにおける複数の定在波の固有振動数が一致するよう該弾性体に調整用不均一動剛性部を設けたことを特徴とする振動波モータ。

2. 請求項1に記載の弾性体における部分的に動剛性を不均一とするのは、駆動に供せられる振動モード以外のモードにおける複数の定在波の固有振動数を不一致とする部分的動剛

性不均一部であることを特徴とする振動波モータ。

3. 前記調整用不均一動剛性部は、駆動用定在波固有モードの概2分の1波長の整数倍の間隔で弾性体に設けられていることを特徴とする請求項1又は2に記載の振動波モータ。

4. 前記弾性体には調整用不均一動剛性部が駆動用定在波固有モードの概2分の1波長の整数倍の間隔で設けられると共に、該調整用不均一動剛性部に対して概4分の1波長の整数倍の位置に該調整用不均一動剛性部の動剛性と等しくない不均一動剛性部を有することを特徴とする請求項1に記載の振動波モータ。

前記調整用不均一動剛性部が駆動用定在波固有モードの振動波位置の±8分の1波長以内に設けられていることを特徴とする請求項1、2、3又は4に記載の振動波モータ。

## 3. 発明の詳細な説明

## 〔産業上の利用分野〕

本発明は、振動波モータに係り、詳しくは進行波が形成される弾性体の構造に関するものである。

## 〔従来の技術〕

近年、環形状に形成した弾性体に複数の位置的及び時間的位相の異なる定在波を励起し、その結果として該弾性体に弾性進行波を形成し、該弾性体の進行波形成面に移動体を押圧することで、該移動体を摩擦駆動する形式の振動波モータは、モータを中空形状とすることができるといふ構造上の利点から、例えばカメラの撮影レンズ鏡筒内に組み込み、フォーカシングレンズを駆動するAF用アクチュエータとして実用化されており、また薄型の直線往復運動機構や、高精度位置決め機構の駆動部に利用する提案も行なわれている。

このような振動波モータの基本的な構成は、全周長がある長さ $\lambda$ の整数倍であるような環形

によって、弾性体の該他面に例えば環状の移動体を加圧接触させておけば、該移動体は弾性体から周方向の摩擦力を受け回転駆動される。その回転方向は、両駆動用の圧電素子群に印加する交流電圧の位相差を正負に切換えることにより反転できる。

## 〔発明が解決しようとする課題〕

ところで、振動波モータにおける弾性体が均一な動剛性を有する完全円環又は円板であれば、駆動用定在波モードは縮退し、一方の駆動用圧電素子群の駆動（以下Sinモードと称す）による固有振動数と、他方の圧電素子群の駆動（以下Cosモードと称す）による固有振動数とは一致する。

しかし、弾性体には固定部材等へ固定するための固定用の孔、突起等が存在することや、弾性体を長円形とした場合等では弾性体の直線部と円弧部との動剛性の相違、また鳴き振動（主に駆動波より低次の面内又は面外の弾性進行波が発生することにより生じる）を起こしにくく

状に形成した弾性体の片面に2群の複数個の駆動用の圧電素子を固着し、これらの各圧電素子は各群内では $\lambda/2$ のピッチにて且つ交互に逆の伸縮極性となるように配列され、また両群間には $\lambda/4$ の奇数倍のずれがあるように配置されている。いずれか一方の駆動用の圧電素子群のみに交流電圧を印加すれば、弾性体には該群の各圧電素子の中央点及びそこから $\lambda/2$ おきの点が腹の位置、また該腹の位置間の中央点が節の位置であるような曲げ振動の定在波（波長 $\lambda$ ）が弾性体の全周にわたって発生する。また他の一群のみに交流電圧を印加すれば、同様に定在波が生ずるが、その腹及び節の位置は前記定在波に対して $\lambda/4$ ずれたものとなる。

そして、両駆動用の圧電素子群に周波数が同じで且つ時間的位相差が $\pi/2$ の交流電圧を同時に印加すると、両者の定在波の合成の結果、弾性体には周方向に進行する曲げ振動の進行波（波長 $\lambda$ ）が発生し、このとき厚みを有する弾性体の他面上の各点は一種の橢円運動をする。

するために、不用モードにおける一方の定在波と他方の定在波との固有振動数に差をつけるために例えば弾性体に設けた不均一動剛性部の存在等で、駆動用振動モードのSinモードとCosモードにおける固有振動にずれが生じる場合があった。この結果、2つの定在波を加え合わせて進行波を得ようとする場合、両定在波の振動振幅を検出、両振幅が等しくなるように両駆動用の圧電素子群に印加する電圧比を制御し、且つ両振動振幅の位相差を検出して規定位相差となるように両印加電圧間位相を制御するといった複雑な制御を行わない限り、両定在波の振動振幅は異なり、また位相差も規定値にならないため、形成される進行波振幅が時間と共に変化するものとなってしまい、押圧された移動体と均一な接触が保てず、モータ出力が低下してしまう。

本発明の目的は、上記した問題を解決し、簡単な構成で出力の向上を図ることができる振動波モータを提供するものである。

## 【課題を解決するための手段】

本発明の目的を達成するための要旨とするところは、部分的に動剛性が不均一な弾性体に接合された電気-機械エネルギー変換素子に交流電界を印加することで、該弾性体に複数の定在波を励起して弾性進行波を形成し、該弾性体に加圧接触した加圧部材と、該弾性体とを摩擦により相対移動させる振動波モータにおいて、

駆動に供せられる振動モードにおける複数の定在波の固有振動数が一致するよう該弾性体に調整用不均一動剛性部を設けたことを特徴とする振動波モータにある。

## 【作用】

上記の如く構成した振動波モータは、弾性体の有する部分的に動剛性が不均一なことによる影響が駆動に供せられる振動モードに影響を与えても、弾性体に設けた調整用不均一動剛性部により、駆動用定在波の固有振動数を一致させることができる。

の不用モードにおける進行波の発生を防ぎ、モータの鳴き発生を防ぐために、不用モードにおける一方の定在波の固有振動数と他方の定在波の固有振動数とに差を設けるための鳴き振動防止用の溝aが形成されており、該溝aを例えば不用モードにおける一方の定在波の腹位置に形成することにより部分的に弾性体の剛性を下げ、鳴き振動が発生しにくくしている。

ところで、この鳴き振動発生を防ぐために弾性体1に形成された鳴き振動防止用の溝aによる不均一な動剛性により、駆動用振動モード（本実施例では30kHz）において、駆動モードにおける両定在波の固有振動数に差が生じ（以下この現象を分割と称す）、本実施例では100～200Hzの振動数差が生じ、均一な進行波を励起することが前述したように困難であった。

そこで本実施例では、駆動用振動モードにおける両定在波の固有振動数を一致させるために、固有振動数の高い方のモードの腹位置に、

## 【実施例】

以下本発明を図面に示す実施例に基づいて詳細に説明する。

## 実施例1

第1図は本発明による振動波モータの実施例1を示す弾性体の平面図、第2図はその側面図である。

本実施例による振動波モータの弾性体1は、円環形状に形成され、その一端面に複数の圧電素子からなる圧電体2が固着されている。圧電体2は、2群の駆動用圧電素子群を有し、両群の駆動用圧電素子群には不図示の駆動回路により90°のずれがある交流電圧が印加され、一方の圧電素子群への交流電圧の印加によりSinモードの定在波を発生させると共に、他方の圧電素子群への交流電圧の印加によりCosモードの定在波を発生させ、進行波を弾性体1に形成し、本実施例では7波（7λ）の進行波を形成するものとして以下説明する。

弾性体1の他端面側には、駆動用の7波以外

1波長おきに溝bを形成（本実施例は7波駆動であるから7個）している。

以下に上記分割を防止できる理由を打3図を参照しながら説明する。

面外振動のモーダルマスをM、モーダルスティフネスをKとすると、固有振動数ωは下式により求められる。

$$\omega = \sqrt{\frac{K}{M}}$$

弾性体を薄くするとモーダルスティフネスKの低下分ΔKの方がモーダルマスMの低下分ΔMの低下量より多いため、固有振動数ωは低下する。また弾性体を部分的に薄くしたとき、Cosモードを高い固有振動数のモードとし、第3図(a)に示すように、その腹位置を1波長ごとに溝bにより部分的に薄くすると、第3図(b)に示すようにSinモードでは該溝bの位置は節位置であることから、歪が大なる位置（腹位置）に溝bを有するCosモードのΔKの減少量が大であるため、固有振動数ωの低下はCos

#### 特開平3-70480 (4)

モードに着しく出ることになり、溝bの深さ、幅を変えていけばSinモード及びCosモードにおける両者の固有振動数が一致することになる。

第4図は溝bの個数をパラメータとして溝の深さと固有振動数差 $\Delta\omega$ との関係を示し、cは弾性体1に設けた7個所の溝bを均一に深くしていったときの固有振動数差と溝深さとの関係を示す図である。

ここで、溝bの数はCosモードの腹に1波長ごとにある必要はなく、 $\frac{1}{2}$ 波長ごとに14個（途中めけを生じて10個であっても良い）、又は逆に少なく、例えば腹位置に1個所でも良く、溝数を多くした前者の場合は、第4図のdに示すようになり、溝深さの加工量は少なく済み、溝数を少なくした後者の場合は、第4図のfに示すようになり、溝加工公差に対する固有振動数差 $\Delta\omega$ の変化量は小さくなり、加工精度はラフで済む。

また本実施例では、溝bの位置をCosモード

の腹位置に位置させているが、第5図に示すように、腹位置の $\pm 1/8$ 波長以内であれば、溝bの有する効果はCosモードに強く表われ、同様の効果を得ることができた。なお、この場合溝深さに対する固有振動数差の変化は、溝形状、個数が実施例1と同じとき、実施例1のように腹位置に溝bを設けたときと比べて小さくなる。

#### 実施例2

第6図は本発明の実施例2を示す概略斜視図である。

上記した実施例1では、鳴き防止用の溝aにより分割されていた駆動モードにおけるSinモード及びCosモードの固有振動数を溝bにより略等しくしているが、駆動される弾性体の重が小さいため、振動による内部損失を低減するために、本実施例では、溝bに変えて弾性体1における振動の中立面付近に突起dを固有振動数の高いモードの定在波の腹又は節位置に複数設け、突起質量により両モードにおける固有

振動数を合わせている。

なお、突起dを弾性体1の回転拘束用部材（不図示）、あるいは移動体（不図示）の加圧を受けるための部材と兼用してもよい。

#### 実施例3

第7図は本発明の実施例3を示す概略斜視図である。

上記した実施例1、2は鳴き防止用の溝aにより駆動モードの両定在波の固有振動が分割される例を示したが、本実施例は弾性体1に設けた支持用のつば3に回転拘束用の孔3aを穿設し、不図示のビスによりビス止めしたことにより生じた動剛性不均一による固有振動数の分割を溝bにより、上記した実施例1と同様に合わせたものである。

なお、弾性体の動剛性不均一部による固有振動数の分割を、つば3にビスにより取付けられる不図示の弾性体支持部材に動剛性不均一部を設けて合わせるようにしても良い。

#### 実施例4

第8図は本発明の実施例4を示す概略斜視図である。

本実施例は、弾性体10を長円形に形成したもので、弾性体10の直線部と円弧部との動剛性の相違により生じる分割を、溝bにより合わせるようにしたものである。

本実施例において溝bは、弾性体1の直線部に対し直角となっていないのは、第9図に示すように（図に示す等高線は低い固有振動数モードの変位分布を示す）、振動モードの腹が直角に分布していないことによる。

つまり、不均一動剛性部を低い固有振動数モードの変位0（節）分布に合わせて設けることで、固有振動数の低い方のモードへの影響を小さくし、固有振動数の高い方のモードへの影響を大としている。

#### 実施例5

第10図は本発明の実施例5を示す弾性体の平面図、第11図はその側面図である。

本実施例は、弾性体11の圧電体2の固着面と反対面側に、周方向に沿って複数の溝を等ピッチに形成して櫛歯形状とすることにより振動の中立軸を下げ、モータ効率を向上させると共に、該複数の溝のうち、図中黒く塗りつぶした溝aを前述した鳴き防止用とするために、他の溝よりも深く又は浅く、本実施例では深く形成しており、本実施例では7波面外モード駆動に対して3, 5, 6波の不要面外モードを分離するようにしている。

また、溝bはこのような鳴き防止用の溝aによる駆動用7波モード分割防止用溝で、該複数の溝のうち、他の溝と深さが異なっており、本実施例ではa溝の他の溝との中間の深さとしている。

#### 実施例6

第12図は本発明の実施例6を示す弾性体の平面図である。

本実施例は、上記した実施例5と同様に弾性体12の他面側を櫛歯形状とし、弾性体12の内周

Cos モードにおける固有振動数が上昇することになる。

なお、溝b<sub>1</sub>及び溝b<sub>2</sub>は前述のように $\frac{1}{2}\lambda$ ピッチで弾性体12の全周に存在する必要はなく、各々の定在波モードの腹付近（腹から $\pm \lambda/8$ 以内）に存在しているという条件さえ満たしていれば、途中に抜け（他の溝と同じ深さ）があっても良い。

#### 【発明の効果】

以上説明してきたように、本発明によれば、弾性体を固定するため部材や、該部材に穿設した孔等の存在、弾性体を長円形にしたが故にその直線部と円弧部との動剛性の相違、鳴き振動の防止等により、弾性体が部分的に動剛性不均一である場合、部分的に動剛性が不均一なことによる影響が駆動モードに与えられても、駆動用定在波固有モードの各定在波固有振動数を一致することができ、例えば鳴き振動防止が図られた振動波モータの効率を向上することができるといった効果が得られる。

側に張り出した孔14を有する板状部材13により駆動用振動モード（面外4波）が分割した場合の対策で、モータ効率向上のために形成された溝のうち、溝b<sub>1</sub>及び溝b<sub>2</sub>を第13図のように分布させることで分割したモードを合致させるようにしている。

すなわち、高い方の固有振動モードをSinモードとすると、第13図(a)に示すように、Sinモードの腹位置に位置する溝b<sub>1</sub>（本実施例では $\frac{1}{2}\lambda$ ピッチ）を他の溝より深くすることで、Sinモードにおける動剛性を下げる。したがって、Sinモードの固有振動数が下がることになる。このとき、Cosモードについては、第13図(b)に示すように、溝b<sub>2</sub>は節位置であるので、溝b<sub>2</sub>による固有振動数への影響は小である。

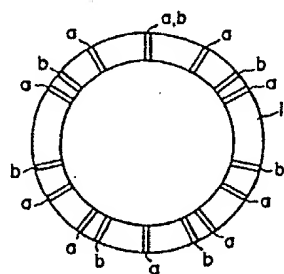
一方、低い方の固有振動モードであるCosモードの腹位置にある溝b<sub>2</sub>（本実施例では $\frac{1}{2}\lambda$ ピッチ）を他の溝より浅くすることで、Cosモードにおける動剛性を上げる。したがって、

#### 4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明による振動波モータの実施例1を示す弾性体の平面図、第2図はその側面図、第3図(a)、(b)は実施例1の原理説明図、第4図は溝の個数をパラメータとして固有振動数差と溝の深さとの関係を示す図、第5図(a)、(b)は実施例1の変形例を示す図、第6図は実施例2の概略斜視図、第7図は実施例3の概略斜視図、第8図は実施例4の概略斜視図、第9図は実施例4の原理を説明する図、第10図は実施例5の平面図、第11図はその側面図、第12図は実施例6の平面図、第13図(a)、(b)はその原理を説明する図である。

- 1, 10, 11, 12: 弾性体  
2: 圧電体                      3: つば  
a, b, b<sub>1</sub>, b<sub>2</sub>: 溝  
e: 突起。

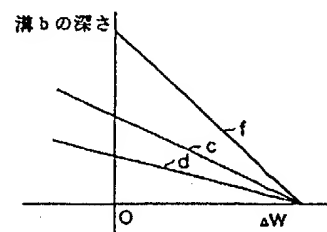
第 1 図



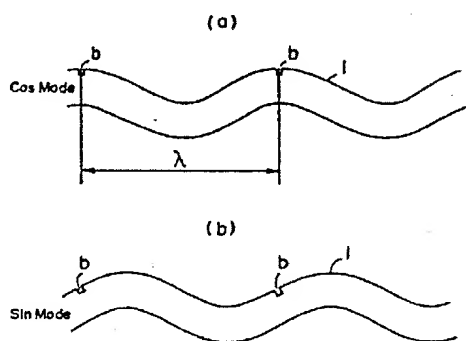
第 2 図



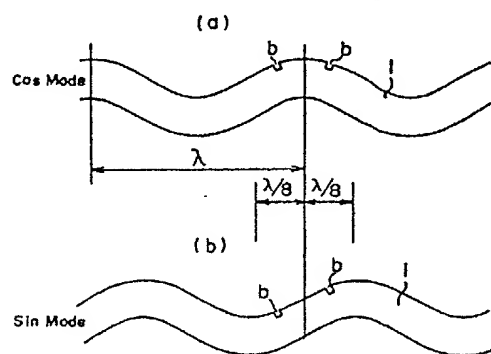
第 4 図



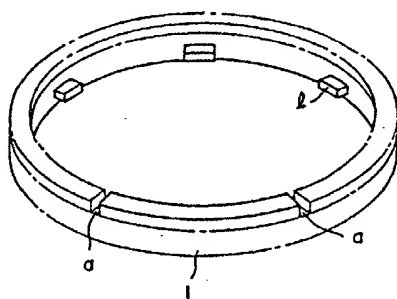
第 3 図



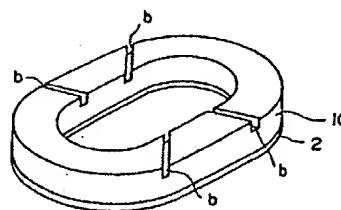
第 5 図



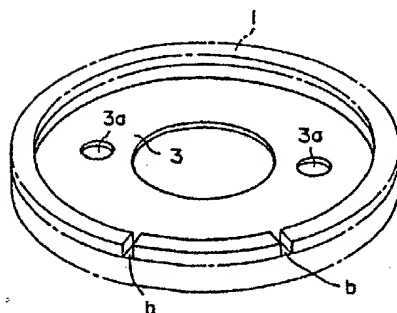
第 6 図



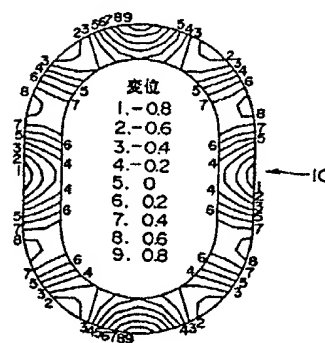
第 8 図



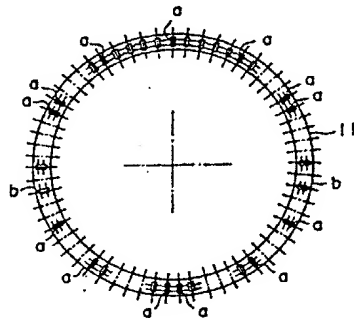
第 7 図



第 9 図



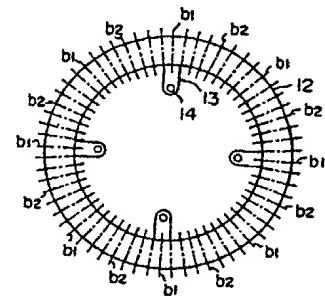
第 10 図



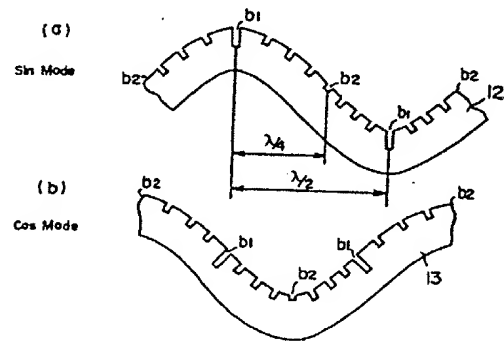
第 11 図



第 12 図



第 13 図



第1頁の続き

|      |    |    |                    |          |
|------|----|----|--------------------|----------|
| ②発明者 | 熱田 | 暁生 | 神奈川県川崎市高津区下野毛770番地 | キャノン株式会社 |
|      |    |    | 玉川事業所内             |          |
| ②発明者 | 上田 | 浩市 | 神奈川県川崎市高津区下野毛770番地 | キャノン株式会社 |
|      |    |    | 玉川事業所内             |          |